


# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

REC'D 09 JUN 2006

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 29558	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Formblatt PCT/IPEA/416	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE2005/000088	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 22.01.2005	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 22.01.2004
Internationale Patentklassifikation (IPC) oder nationale Klassifikation und IPC INV. H01L21/768 H01L21/76 H01L21/314 C23C16/40 C23C16/30		
Anmelder INFINEON TECHNOLOGIES AG et al.		
<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 9 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt) insgesamt 13 Blätter; dabei handelt es sich um</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</p> <p><input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</p> <p>b. <input type="checkbox"/> (nur an das Internationale Büro gesandt) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in elektronischer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p>		
<p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Berichts</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</p> <p><input type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</p>		
Datum der Einreichung des Antrags  31.01.2006	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  07.06.2006	
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt - Gitschiner Str. 103 D-10958 Berlin Tel. +49 30 25901 - 0 Fax: +49 30 25901 - 840	Bevollmächtigter Bediensteter  Klopfenstein, P  Tel. +49 30 25901-775	



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/000088

## Feld Nr. I Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bescheid auf

- ☒ der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde.
- ☐ einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:
  - ☐ internationale Recherche (nach Regeln 12.3 a) und 23.1 b))
  - ☐ Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4 a))
  - ☐ internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 a) und/oder 55.3 a))

2. Hinsichtlich der **Bestandteile**\* der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf *(Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt)*:

### Beschreibung, Seiten

1-3, 5-7, 11, 13-20, 22-25, 27, 28 in der ursprünglich eingereichten Fassung  
4, 4a, 8-10, 10a, 12, 21, 21a, 26 eingegangen am 28.02.2006 mit Schreiben vom 27.02.2006

### Ansprüche, Nr.

1-9 eingegangen am 28.02.2006 mit Schreiben vom 27.02.2006

### Zeichnungen, Blätter

1/4-4/4 in der ursprünglich eingereichten Fassung

☐ einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3. ☐ Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☐ Ansprüche: Nr.
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

4. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigelegten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).

- ☐ Beschreibung: Seite
- ☐ Ansprüche: Nr.
- ☐ Zeichnungen: Blatt/Abb.
- ☐ Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
- ☐ etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/000088

---

## Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

---

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-9
	Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ja: Ansprüche
	Nein: Ansprüche 1-9
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ja: Ansprüche: 1-9
	Nein: Ansprüche:

### 2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

**siehe Beiblatt**

---

## Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

---

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

**siehe Beiblatt**

Der Prüfung werden folgende Anmeldungsunterlagen zugrunde gelegt:

**Beschreibung:**

Seiten 1-3, 5-7, 11, 13-20, 22-25, 27, 28 in der ursprünglich eingereichten Fassung.  
Seiten 4, 4a, 8-10, 10a, 12, 21, 21a, 26 mit Brief vom 27.02.2006, erhalten am 28.02.2006.

**Ansprüche**

Ansprüche 1 - 9, mit Brief vom 27.02.2006, erhalten am 28.02.2006.

**Zeichnungen**

Zeichnungsblätter 1/4 - 4/4 in der ursprünglich eingereichten Fassung.

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

In diesem Bescheid sind folgende, im Recherchenbericht zitierte Dokumente D1 bis D5 genannt; die Numerierung wird auch im weiteren Verfahren beibehalten:

**D1** = US-B1-6445072

**D2** = US-B1-6211057

**D3** = WO-A-03/019649

**D4** = DE-A-4118165

**D5** = Zusammenfassung von JP-A-06216122 & JP-A-06216122

**V.1 Mangelnde erfinderische Tätigkeit**

Ungeachtet der (in den Absätze V.3) erwähnten fehlenden Klarheit, erfüllt die vorliegende Anmeldung nicht die Erfordernisse des Artikels 33(1) PCT, weil der Gegenstand der **Ansprüche 1-9** nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit im Sinne von Artikel 33(3) beruht.

**V.1.1 Ansprüche 1, 2, 9**

Die Entgegenhaltung **D3** wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem

Gegenstand des **Anspruchs 1** angesehen.

Es offenbart (siehe Bild 12 und Seite 25, Zeile 18 bis Seite 26, Zeile 37; Seite 27, Zeile 26 bis Seite 28, Zeile 12; Abb.17 und Seite 32, Zeilen 1-6; Abb.18 bis 21 und Seite 33, Zeile 13 bis Seite 35, Zeile 5, die Verweise in Klammern beziehen sich auf dieses Dokument) ein Verfahren zum Herstellen einer Schichtanordnung,

- \* bei dem über einem Substrat (1201) mit einer Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Strukturen (103) und über einem Teil der Oberfläche der elektrisch leitfähigen Strukturen eine Schicht aus Siliziumdioxid ("Pufferschicht" 104, siehe Seite 26, Zeilen 8-10) mittels eines plasmaangeregten chemischen Gasphasenabscheideverfahrens (PECVD) gebildet wird, wobei
  - Silizium-Material und Sauerstoff-Material mittels eines organischen Silizium-Precursormaterials zugeführt werden (TEOS, siehe Seite 26, Zeilen 8 bis 10),
  - die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material gebildet wird, derart, dass zwischen den Leiterbahnen ein materialfreier Bereich verbleibt (cf. Abb.18, 19 und Seite 26, Zeilen 28-30);
- \* bei dem auf der Schicht (104) aus  $\text{SiO}_2$  eine Zwischenschicht ("Trageschicht" 1210, siehe Seite 34, Zeilen 19-21) aus elektrisch isolierendem Material aufgebracht wird; und
- \* bei dem selektiv auf der Zwischenschicht (1210) eine Deckschicht (2001, 2101, 111) aufgebracht wird, mittels welcher der materialfreie Bereich zwischen den elektrisch leitfähigen Strukturen gegenüber der Umgebung versiegelt wird, so daß der materialfreie Bereich (107) einen Hohlraum ausbildet (siehe Abb.20-22, Seite 27, Zeile 32 bis Seite 28, Zeile 1 und Seite 34, Zeilen 19-31).

Der Gegenstand des **Anspruchs 1** (und **2**) unterscheidet sich daher von dem bekannten Verfahren dadurch, dass:

- während des Zuführens des organischen Silizium-Sauerstoff-Precursormaterials (TEOS) zusätzlich Stickstoff-Material zugeführt wird, so dass die Pufferschicht (104) als eine Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material gebildet wird, die zwischen 3 Atomprozent und 13 Atomprozent Wasserstoff aufweist.

Die mit vorliegender Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden,

ein Alternativmaterial zu  $\text{SiO}_2$  für die Schicht (104) der Anordnung zu wählen, auf der eine mittels Ozon/TEOS abgeschiedene Deckschicht sich gar nicht oder nur sehr schlecht abscheiden lässt.

In **D3** wird als Pufferschicht (104) beispielsweise eine TEOS- $\text{SiO}_2$ -Schicht mittels PECVD gebildet.

Dem Fachmann ist allerdings bekannt, dass bei der Herstellung von Intermetalldielektrikum-Schichtanordnungen die erste Schicht aus Isoliermaterial (die auf der Oberfläche der elektrisch leitfähigen Strukturen abgeschieden wird) üblicherweise sowohl aus  $\text{SiO}_2$  (wie in **D3**), als auch aus Siliziumnitrid oder Silizium-oxynitrid bestehen kann, wie z.B. in der Schichtanordnungen aus **D1** (s.  $\text{SiO}_2$ , SiN oder SiON Schicht 24 in Abb.7 und Spalte 4, Zeilen 31-36), aus **D2** (s. SiON Schicht 14 in Abb.7 und Spalte 4, Zeilen 4-7) oder aus **D5** (s. die SiON Schicht 3) offengelegt.

Da jedes dieser Materialien seine eigenen (bekannten) Vor- und Nachteile bringt (z.B. bezüglich mechanischer Belastbarkeit, Feuchtigkeitsbeständigkeit, Druckspannungsfestigkeit, Stufenbedeckungseigenschaften, Permittivität, etc...) würde der Fachmann, sich auf den von ihm bevorzugten Eigenschaften basierend, das am besten geeignete Material wählen.

Das Verfahren von Anspruch 1 unterscheidet sich also nur von dem aus **D3**, in dem die erste dielektrische Schicht (104) der Anordnung aus einem fachüblichen Dielektrischen Material gebildet wird ( $\text{SiON}$  mit 3-13 at %  $\text{H}_2$ ) als Alternative zu der  $\text{SiO}_2$ -Schicht (104) aus Fig.12, 19-21 aus **D3**.

Die Verwendung von SiON (unabhängig von seinem Wasserstoff-Gehalt) hat aber generell im Vergleich zu  $\text{SiO}_2$  den wesentlichen Nachteil, die relative Dielektrizitätskonstante (K-Wert) der gesamten Schichtanordnung zu erhöhen (ein in der Intermetalldielektrikum-Schichtanordnung der Anmeldung besonders unerwünschter Effekt, siehe Seite 3, Zeilen 11-14, Seite 4, Zeilen 4-8) auch wenn nur in niedrigem Umfang. Die Auswahl von SiON anstelle von  $\text{SiO}_2$  würde also nur sinnvoll sein, wenn einen wesentlicher Vorteil daraus resultieren würde, der diesen wesentlichen Nachteil ausgleichen würde.

Als solcher Vorteil wird in der Anmeldung dargestellt, dass die Eigenschaften hinsichtlich der Abscheidbarkeit von Ozon/TEOS durch den Einsatz von SiON sehr günstig sind,

anders ausgedrückt, dass auf die SiON Schicht (104) keine oder nur eine äusserst geringe Abscheidung von der auf Ozon/TEOS basierenden Deckschicht (106) erfolgt (s. Seite 5, Zeilen 15-23; Seite 6, Zeilen 27-36; Seite 7, Zeilen 12-15) um den Airgap (107) zu schliessen ohne Abscheidung von Material der Deckschicht (oder nur in geringsten Mengen) im Airgap, um eine Erhöhung der Dielektrizitätskonstante der Anordnung zu vermeiden (s. Seite 10, Zeilen 1-12 und Abb.1).

Dieses Ergebnis wird aber auch mit Verwendung einer Pufferschicht (104) aus  $\text{SiO}_2$  erreicht, wie eindeutig im Verfahren von **D3** dargelegt, das sowohl das Problem als die Grundidee der Anmeldung gänzlich offenbart.

Diese besagte Grundidee besteht in **D3** wie in der Anmeldung darin, elektrisch leitfähigen Strukturen von einer Pufferschicht (104) zu decken, auf dieser Pufferschicht eine Zwischenschicht aus Silan-basiertem Siliziumdioxid (1210) aufzubringen und diese Zwischenschicht selektiv mit einer Deckschicht (2001, 2101, 111) aus Siliziumoxid (aus Ozon-aktiviert zersetztem Tetraethylorthosilikat) zu bedecken, um den materialfreien Bereich (107) zwischen den elektrisch leitfähigen Strukturen (103) zu versiegeln.

Der wesentlichen Aspekt des beanspruchten Verfahrens der Anmeldung ist, diese Pufferschicht (104) aus einem Material auszuwählen, auf dem sich die besagte Deckschicht sehr schlecht oder gar nicht abscheiden lässt. Dies wird in **D3** zweifellos dargestellt (siehe in **D3**, Abb.12, 20, 21 und in Seite 27, Zeile 32 bis Seite 28, Zeile 4, "welches sich selektiv ausschließlich an der Trageschicht 1210 anlagert" sowie Seite 34, Zeilen 19-31).

In **D3** ist dieses Material  $\text{SiO}_2$ , im Anspruch 1 ist es SiON.

Zusammengefasst benutzt die Lösung von Anspruch 1 (SiON als Pufferschicht) gegenüber dem Stand der Technik **D3** ( $\text{SiO}_2$  als Pufferschicht) ein fachübliches Alternativmaterial (s. **D1**, **D2**, **D5**), das eine Verschlechterung (Erhöhung) des k-Wertes (gegenüber  $\text{SiO}_2$ ) verursacht, aber keine Vorteile gegenüber einer  $\text{SiO}_2$ - Pufferschicht (104) hinsichtlich der Selektivität der Abscheidung von Ozon/TEOS material einbringt (s. **D3**, Abb. 19-21).

**Anspruch 1** stellt also eine nachteilige Alternative zum Verfahren von **D3**, die nur aus der Auswahl von fachüblichem SiON(H) anstelle von  $\text{SiO}_2$  besteht.

Eine solche Auswahl kann jedoch nur dann als erfinderisch angesehen werden, wenn sie unerwartete Wirkungen oder Eigenschaften gegenüber dem Stand der Technik **D3**

aufweist. Derartige Wirkungen oder Eigenschaften sind jedoch in der Anmeldung nicht angegeben.

Dem Gegenstand der **Ansprüche 1, 2** liegt daher keine erfinderische Tätigkeit zugrunde (Artikel 33(3) PCT).

Dieses Verfahren führt zwangsläufig zu einer Schichtanordnung gemäß des **Anspruchs 9**, der darum auch nicht als erfinderisch betrachtet wird.

Darüber hinaus wird auf die Bemerkungen in den folgenden Absätze V.3.1 and V.3.2 hingewiesen.

#### V.1.2 Ansprüche 3-8

Die Merkmale der **Ansprüche 3-8** beziehen sich auf übliche PECVD-Parameter einer SiON Schicht, deren Aufnahme der Fachmann in das in **D3** beschriebene Verfahren ohne erfinderisches Zutun den Umständen entsprechend auswählen würde:

- bezüglich der **Ansprüche 3, 4, 5** handelt es sich um Precursoren-Flussratenverhältnisse, die die Mengen von Stickstoff und Sauerstoff in der abgeschiedenen SiON-Schicht festlegen und von dem Fachmann durch normales experimentelles Handeln ausgewählt werden;
- die Merkmale der **Ansprüche 6, 7, 8** beziehen sich auf übliche Trägergase, Druck- und Temperaturbereiche eines solchen PECVD-Schrittes, siehe z.B. **D4**, Spalte 7, Zeile 63 und Spalte 8, Zeilen 5, 6.

Somit bedarf es keiner erfinderischen Tätigkeit, um zum Verfahren gemäß der **Ansprüche 1-8** und zur Struktur des **Anspruchs 9** zu gelangen.

#### V.2 Bestimmte Bemerkungen zu den Ansprüchen:

##### V.2.1 Wesentliches Merkmal:

Aus der Beschreibung geht hervor, dass die Grundidee des Verfahrens darin besteht, die Schicht (104) aus einem Material auszubilden, auf dem sich eine auf Ozon-aktiviertem TEOS basierende Deckschicht (106) sehr schlecht oder gar nicht abscheiden lässt.

Dieses (unterstrichenes) Merkmal ist also für die Definition der Erfindung wesentlich. Da der unabhängige **Anspruch 1** dieses Merkmal nicht enthält, entspricht er nicht dem



Erfordernis des Artikels 6 PCT in Verbindung mit Regel 6.3 b) PCT, dass jeder unabhängige Anspruch alle technischen Merkmale enthalten muss, die für die Definition der Erfindung wesentlich sind.

**V.2.2** Die Wasserstoffmenge der SiON-Schicht (von 3 bis 13 Atom %), im (geänderten) Anspruch 1 klargestellt, wird ein einziges Mal in der ursprünglichen Beschreibung erwähnt, in Seite 12, Zeilen 35-37, und zwar als zweitrangige Alternative (s. der Wortlaut "Ferner kann...."). Eine mögliche Auswirkung der Wasserstoffmenge der SiON-Schicht auf das Abscheideverhalten einer aus Ozon-aktiviertem TEOS basierenden Schicht auf die SiON-Schicht wird nie erwähnt.

Die schlechte Abscheidbarkeit von Ozon/TEOS auf der SiON-Schicht (104) ist in der Anmeldung stets als von der Stickstoffkomponente dieser Schicht abhängig dargestellt, siehe z.B. Seite 5, Zeilen 17-23; Seite 5, Zeile 34 bis Seite 6, Zeile 3 und Seite 6, Zeilen 22-25 und 32-36.

Die Wasserstoffmenge der SiON-Schicht stellt also nur ein unwesentliches Merkmal des Verfahrens dar. Nebenbei wird bemerkt, dass Wasserstoff in den beanspruchten Mengen in, mit üblichen organischen Si-Precursoren (wie z.B. TEOS) abgeschiedenen Si-Oxiden oder Si-Oxynitriden, vorhanden ist.

### **Zu Punkt VIII**

#### **Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Der Satz in Seite 4, Zeilen 19-20 ist unklar und wird als "Dielektrizitätskonstante hat und auf dem sich eine Ozon/TEOS basierende Schicht nicht oder nur schlecht abscheiden lässt" interpretiert.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zum Herstellen einer Schicht-Anordnung,

- bei dem über einem Substrat mit einer Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Strukturen und/oder über einem Teil der Oberfläche der elektrisch leitfähigen Strukturen eine Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material mittels eines plasmaangeregten chemischen Gasphasenabscheide-Verfahrens gebildet wird, wobei
  - Silizium-Material und Sauerstoff-Material mittels eines organischen Silizium-Precursormaterials zugeführt werden,
  - während des Zuführens des organischen Silizium-Precursormaterials zusätzlich Stickstoff-Material zugeführt wird,
  - die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material gebildet wird derart, dass zwischen den Leiterbahnen ein materialfreier Bereich verbleibt,
  - die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material gebildet wird derart, dass sie zwischen 3 Atomprozent und 13 Atomprozent Wasserstoff aufweist;
- bei dem auf der Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material eine Zwischenschicht aus elektrisch isolierendem Material aufgebracht wird, und
- bei dem selektiv auf der Zwischenschicht eine Deckschicht aufgebracht wird, mittels welcher der materialfreie Bereich zwischen den elektrisch leitfähigen Strukturen gegenüber der Umgebung versiegelt wird, so dass der materialfreie Bereich einen Hohlraum ausbildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

bei dem als organisches Silizium-Precursormaterial Tetraethylorthosilikat verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
- bei dem Tetraethylorthosilikat und Stickstoff als Precursoren verwendet werden;
- 5 • bei dem das Flussratenverhältnis von Tetraethylorthosilikat zu Stickstoff zwischen 1:10 und 1:1 eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
- 10 • bei dem Tetraethylorthosilikat und Stickstoff als Precursoren verwendet werden;
- bei dem das Flussratenverhältnis von Tetraethylorthosilikat zu Stickstoff zwischen 1:5 und 1:2 eingestellt wird.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
- bei dem Tetraethylorthosilikat und Stickstoff als Precursoren verwendet werden;
  - bei dem das Flussratenverhältnis von
- 20 Tetraethylorthosilikat zu Stickstoff zwischen 11:40 und 7:20 eingestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem Helium als Trägergas zugeführt wird.
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem der Druck in der Verfahrenskammer zwischen 440Pa und 1750Pa eingestellt wird.
- 30 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die Temperatur in der Verfahrenskammer zwischen 300°C und 500°C eingestellt wird.
9. Schicht-Anordnung
- 35 • mit einem Substrat;
- mit zwei elektrisch leitfähigen Strukturen auf dem Substrat, wobei zumindest ein Teilbereich zwischen den

## 3

- zwei elektrisch leitfähigen Strukturen materialfrei ist;
- mit einer Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material, wobei
    - 5       - die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material zwischen 3 Atomprozent und 13 Atomprozent Wasserstoff aufweist,
    - 10       - die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material derart auf den zwei elektrisch leitfähigen Strukturen aufgebracht ist, dass zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Strukturen ein materialfreier Bereich verbleibt;
  - mit einer Zwischenschicht aus elektrisch isolierendem Material auf der Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material;
  - 15 • mit einer auf der Zwischenschicht gebildeten Deckschicht, mittels welcher der materialfreie Bereich zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Strukturen gegenüber der Umgebung versiegelt ist.

einer auf die Leiterbahnen zusätzlich aufgetragenen Pad-Oxid-Schicht, erzeugt wird.

5 In [10] ist eine Airgap-Struktur beschrieben, mit zwei auf einem Substrat ausgebildeten Leiterbahnen, mit einer auf dem Substrat und auf den Leiterbahnen ausgebildeten ersten isolierenden Schicht, welche erste isolierende Schicht ein Silizium-Oxy-Nitrid-Material aufweist, mit einer auf der ersten isolierenden Schicht ausgebildeten zweiten Schicht, 10 welche zweite isolierende Schicht einen Hohlraum zwischen den Leiterbahnen aufweist, und mit einer auf der zweiten isolierenden Schicht ausgebildeten dritten isolierenden Schicht.

15 Der Erfindung liegt insbesondere das Problem zugrunde, ein Material, ein Verfahren zum Herstellen des Materials und eine Schicht-Anordnung mit diesem Material bereitzustellen, welches Material eine ausreichend geringe relative Dielektrizitätskonstante hat und sich nicht oder nur schlecht 20 selektiv auf Ozon/TEOS abscheiden lässt.

Das Problem wird durch ein plasmaangeregtes chemisches Gasphasenabscheide-Verfahren, durch ein Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltiges Material und durch eine Schicht-Anordnung 25 mit den Merkmalen gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen plasmaangeregten chemischen Gasphasenabscheide-Verfahren zum Bilden eines Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigen Materials wird während des 30 Zuführens von Silizium-Material und Sauerstoff-Material Stickstoff-Material unter Verwendung eines organischen Silizium-Precursormaterials zugeführt.

35 Ferner ist erfindungsgemäß ein Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltiges Material geschaffen, das gemäß dem

## 4a

plasmaangeregten chemischen Gasphasenabscheide-Verfahren mit den oben beschriebenen Merkmalen hergestellt ist.

Die erfindungsgemäße Schicht-Anordnung enthält ein Substrat  
5 und zwei elektrisch leitfähige Strukturen auf dem Substrat.  
Zumindest ein Teilbereich zwischen den zwei elektrisch  
leitfähigen Strukturen ist materialfrei. Silizium-Sauerstoff-  
Stickstoff-haltiges Material mit den oben beschriebenen  
Merkmalen ist zumindest teilweise auf und/oder zwischen den  
10 zwei elektrisch leitfähigen Strukturen gebildet. Ferner  
enthält die Schicht-Anordnung eine Zwischenschicht aus  
elektrisch isolierendem Material auf dem Silizium-Sauerstoff-

der Precursoren erfolgt zumeist thermisch, d.h. mittels Heizens des Substrats. Das eigentliche Abscheiden erfolgt unter Beteiligung einer chemischen Reaktion. Beispielsweise reagiert eine flüchtige gasförmige Komponente mit einem  
5 anderem Gas zu einem festen Material, das auf dem Substrat abgeschieden wird. Allerdings sind bei dem CVD Verfahren die Prozesstemperaturen relativ hoch.

Mit wesentlich geringeren Prozesstemperaturen ist das  
10 plasmaangeregte chemische Gasphasenabscheide-Verfahren (PECVD, "plasma enhanced chemical vapour deposition") durchführbar. Während bei einem CVD-Prozess die Gasphasenreaktion durch thermische Energie infolge Heizens des Substrats ausgelöst wird, beruht ein PECVD-Verfahren auf  
15 der Überführung eines Gases in den Plasmazustand in der Nähe der Substratoberfläche. Eines der Reaktionsprodukte ist dabei ein fester Stoff, der sich auf der Oberfläche niederschlägt, wodurch eine neue Schicht aus dem erfindungsgemäßen Material gebildet wird. In einem PECVD-Reaktor wird zwischen dem  
20 Substrathalter, der als Elektrode dient, und einer weiteren Elektrode durch ein starkes elektrisches Wechselfeld ein Plasma gezündet. Durch die Energie des Feldes werden Bindungen der in den PECVD-Reaktor eingeleiteten Gasmoleküle aufgebrochen und die Gasmoleküle zersetzt.

25 Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen einer Schicht-Anordnung geschaffen,

- bei dem über einem Substrat mit einer Mehrzahl von elektrisch leitfähigen Strukturen und/oder über einem  
30 Teil der Oberfläche der elektrisch leitfähigen Strukturen eine Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material mittels eines plasmaangeregten chemischen Gasphasenabscheide-Verfahrens gebildet wird, wobei
- 35 - Silizium-Material und Sauerstoff-Material mittels eines organischen Silizium-Precursormaterials Stickstoff-Material zugeführt werden,

- während des Zuführens des organischen Silizium-Precursormaterials zusätzlich Stickstoff-Material zugeführt wird,
- die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material derart gebildet wird, dass sie zwischen 3 Atomprozent und 13 Atomprozent Wasserstoff aufweist,
- die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material gebildet wird derart, dass zwischen den Leiterbahnen ein materialfreier Bereich verbleibt,
- bei dem auf der Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material eine Zwischenschicht aus elektrisch isolierendem Material aufgebracht wird, und
- bei dem selektiv auf der Zwischenschicht eine Deckschicht aufgebracht wird, mittels welcher der materialfreie Bereich zwischen den elektrisch leitfähigen Strukturen gegenüber der Umgebung versiegelt wird, so dass der materialfreie Bereich einen Hohlraum ausbildet.

Ferner wird eine Schicht-Anordnung bereitgestellt,

- mit einem Substrat;
- mit zwei elektrisch leitfähigen Strukturen auf dem Substrat, wobei zumindest ein Teilbereich zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Strukturen materialfrei ist;
- mit einer Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material, wobei
  - die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material zwischen 3 Atomprozent und 13 Atomprozent Wasserstoff aufweist, und wobei
  - die Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material derart auf den zwei elektrisch leitfähigen Strukturen aufgebracht ist, dass zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Strukturen ein materialfreier Bereich verbleibt;
- mit einer Zwischenschicht aus elektrisch isolierendem



10

Material auf der Schicht aus Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material;

- mit einer auf der Zwischenschicht gebildeten Deckschicht, mittels welcher der materialfreie Bereich zwischen den zwei elektrisch leitfähigen Strukturen gegenüber der Umgebung versiegelt ist.

Insbesondere wurde anschaulich erfindungsgemäß erkannt, dass auf dem auf oben beschriebene Weise gebildeten Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigem Material das Material der Deckschicht nicht abgeschieden wird, womit eine selektive Abscheidung der Deckschicht nur auf der Zwischenschicht zum „Schließen der Airgaps“ erreicht wird, ohne dass die Breite der Airgaps zwischen den leitfähigen Strukturen reduziert wird. Damit wird auf sehr einfache Weise ein Schließen der Airgaps mittels der Deckschicht erreicht, wobei ein zusätzlicher Vorteil in der niedrigen relativen Dielektrizitätskonstante des Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigen Materials zu sehen ist.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Als organisches Silizium-Precursormaterial wird vorzugsweise ein Sauerstoff-haltiges Material verwendet. Dieses Sauerstoff-haltige Material kann als Sauerstoffquelle zum Bilden des erfindungsgemäßen Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltigen Materials dienen.

Besonders günstig ist es, als organisches Silizium-Precursormaterial Tetraethylorthosilikat (TEOS), d.h.  $(C_2H_5O)_4Si$ , zu verwenden. Dieses Material stellt in besonders günstiger Weise eine Siliziumquelle und eine Sauerstoffquelle für das erfindungsgemäß gebildete Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltige Material dar, in welches aufgrund der chemischen Prozesse beim Zersetzen des TEOS-Materials simultan eingeleitetes Stickstoffmaterial eingebaut wird.

10a

Alternativ können im Rahmen der Erfindung zum Beispiel die folgenden Materialien als organisches Silizium-Precursormaterial verwendet werden: Methyltriethoxysilan (MTrEOS), Dimethyldiethoxysilan (DMDEOS),

- 5 Trimethylethoxysilan (TrMEOS) und/oder Tetramethylsilan (TMS).

## 12

Stickstoff-haltigen Materials gelten auch für das  
plasmaangeregte chemische Gasphasenabscheide-Verfahren.

Das Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltige Material enthält  
5 vorzugsweise zwischen 0.1 Atomprozent und 10 Atomprozent  
Stickstoff. Weiter vorzugsweise sind in dem erfindungsgemäßen  
Material zwischen 0.5 Atomprozent und 5 Atomprozent  
Stickstoff enthalten. Besonders günstig ist es, die Parameter  
des plasmaangeregten chemischen Gasphasenabscheide-Verfahrens  
10 derart einzustellen, dass zwischen 1.4 Atomprozent und 2.3  
Atomprozent Stickstoff in dem Material enthalten sind. In  
diesem Falle ist eine besonders gute Balance zwischen  
geringer Dielektrizitätskonstante und besonders schlechter  
Selektivität bezüglich des Aufwachsens von Ozon/TEOS  
15 erreichbar.

Das Atomprozentverhältnis zwischen Sauerstoff und Silizium  
ist vorzugsweise zwischen 1.8 und 1.99. Mit anderen Worten  
ist das Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltige Material  
20 gegenüber stöchiometrischem Siliziumoxid mit einem  
Atomprozentverhältnis zwischen Sauerstoff und Silizium von  
zwei dahingehend modifiziert, dass anschaulich  
Sauerstoffmaterial (zumindest teilweise) durch das  
zusätzliche Stickstoffmaterial ersetzt ist.

25 Zusätzlich zu dem Siliziummaterial, dem Sauerstoffmaterial  
und dem Stickstoffmaterial kann das erfindungsgemäße Material  
zwischen 0.4 Atomprozent und 2.4 Atomprozent Kohlenstoff  
aufweisen. Möglicherweise kann auch der Kohlenstoff zu den  
30 günstigen Materialeigenschaften beitragen, da das  
erfindungsgemäße Ziel erst bei Verwendung eines organischen,  
d.h. kohlenstoffhaltigen, Silizium-Precursormaterials  
erreicht wird.

35 Das Silizium-Sauerstoff-Stickstoff-haltige Material der  
Erfindung weist zwischen 3 Atomprozent und 13 Atomprozent  
Wasserstoff auf.

zusammen eine Leiterbahnebene definieren. Die mittels des Hohlraums 514 elektrisch isolierten Leiterbahnen 503 sind nebeneinander in einem Leiterbahnabstand A angeordnet, wobei die jeweilige untere Leiterbahnoberfläche senkrecht zur

5 Pufferschichtoberfläche 513 einen Abstand einer Leiterbahntiefe  $T_L$  aufweist, welche größer als die vertikale Dicke der Leiterbahnen 503 ist. Die Hohlraumtiefe  $T_H$  ist größer als die Leiterbahntiefe  $T_L$ , wodurch Streufelder

10 zwischen benachbarten Leiterbahnen 503 in den Bereichen der Pufferschicht 510 direkt oberhalb und unterhalb der Leiterbahnen 503 reduziert werden. Der Hohlraum 514 weist eine Breite auf, welche gleich dem Leiterbahnabstand A ist.

Die teilweise die dritte Stoppschicht 508 sowie die dritte

15 Isolationsschicht 509 ersetzenden Leiterbahnen 503 sind mittels eines elektrischen Kontaktes 515 mit der im Grundsubstrat 502 befindlichen Leiterbahn 503 elektrisch gekoppelt und weisen gemäß dem vorliegenden

20 Ausführungsbeispiel das gleiche Material wie die im Grundsubstrat 502 befindliche Leiterbahn 503 auf. Der elektrische Kontakt 515 durchdringt hierzu die erste Stoppschicht 504, die erste Isolationsschicht 505, die zweite Stoppschicht 506 sowie die zweite Isolationsschicht 507.

25 Ferner befinden sich übereinander die Pufferschicht 510 und die Trageschicht 511, wobei der Hohlraum 514 durch die Pufferschicht 510 hindurchragt sowie zum Teil in die Trageschicht 511 hineinragt.

30 Der Hohlraum 514 wird mittels einer Deckschicht 516 bezüglich der Pufferschichtoberfläche 513 nach oben hin abgeschlossen. Die Deckschicht 516 weist ein Isolationsmaterial auf, welches sich selektiv ausschließlich an der Trageschicht 511 anlagert. Als Material für die Deckschicht 516 wird auf ozon-

35 aktiviertem Tetraethylorthosilikat ( $O_3/TEOS$ ) basierendes Siliziumdioxid ( $SiO_2$ ) verwendet. Selbstverständlich kann für die Deckschicht 516 auch ein anderes Material gewählt werden,

26

In diesem Dokument sind folgende Veröffentlichungen zitiert:

[1] WO 03/019649 A2;

5 [2] DE 101 25 019 A1;

[3] DE 191 09 778 A1;

[4] DE 199 57 302 A1;

10

[5] DE 41 18 165 A1;

[6] US 2001/0 019 903 A1;

15 [7] JP 06-216 122 A;

[8] US 6,211,057 B1;

[9] US 2003/0 176 055 A1;

20

[10] US 6,445,072 B1.